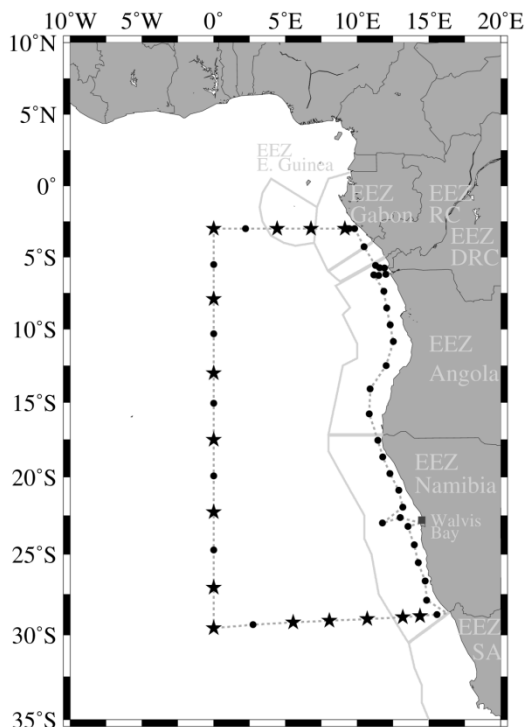
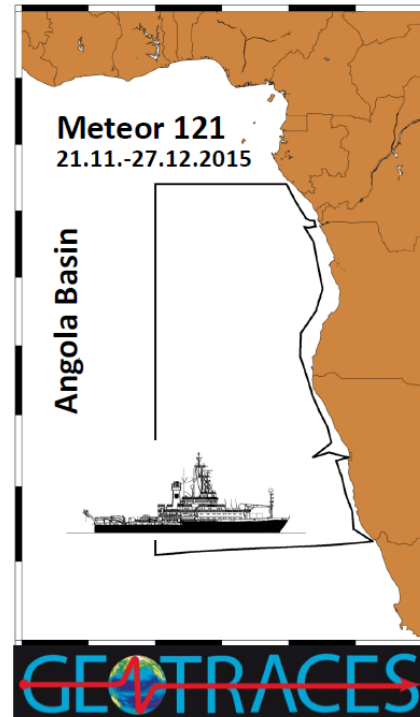


GEOTRACES

FS Meteor Reise M121 Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia Wochenbericht 21.11.2015-22.11.2015

Die Meteor-Reise M121 findet im Rahmen des internationalen GEOTRACES Programms statt, das sich zum Ziel gesetzt hat, durch die Erfassung der globalen Verteilung der im Meerwasser gelösten Spurenmetallen und deren Isotope ein besseres Verständnis über deren Quellen, Senken, chemische Speziation und deren biogeochemischen Zyklen zu gewinnen. Spurenmetalle sind lebenswichtig für den Stoffwechsel mariner Organismen, sie können als chemischer Fingerabdruck für Wassermassen oder Verwitterungseinträge in den Ozean dienen oder sogar Informationen über Verschmutzungsquellen im Meerwasser liefern.



Auf der Reise M121 sind die Einträge von Metallen in den südöstlichen Atlantik durch Verwitterungsprozesse an Land ein Hauptschwerpunkt. Diese erfolgen einerseits über den Staub aus der Namibwüste, durch Austausch mit den Schelfsedimenten Westafrikas und über große Flüsse wie den Kongo. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Verteilung der Metalle in den Hauptwassermassen des südöstlichen Atlantischen Ozeans. Um diese Arbeiten durchzuführen, sollen Stationen entlang eines küstennahen S-N Schnitts und eines küstenfernen N-S Schnitts zwischen 30°S und 3°S im Angola-Becken und nördlichen Kap-Becken über die gesamte

Wassersäule beprobt werden. Diese beiden Schnitte werden durch zwei O-W-Schnitte komplettiert, die die Gradienten des Eintrags der Metalle von Land aufzeichnen werden.

28 Wissenschaftler des GEOMAR in Kiel, der Jacobs-Universität Bremen, des Max-Planck Instituts für marine Mikrobiologie in Bremen, sowie der Universitäten von Kiel und Oxford und des Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP) in Luanda, Angola gingen nach einer Übernachtung an Land in Walvis Bay am 20.11. an Bord der FS Meteor. FS Meteor legte am 22.11. nach umfangreichen Vorbereitungsarbeiten der Mannschaft und der Wissenschaft im Hafen bei kräftigem Wind und Staub aus der Namib-Wüste um 9:00 Uhr in Walvis Bay ab.

Die Meteor nahm bei ruhigen Wetterbedingungen aber relativ starker Dünung direkten Kurs auf das erste Arbeitsgebiet wo nach 10 Stunden die Stationsarbeiten mit dem Einsatz des Kranzwasserschöpfers auf dem namibianischen Schelf begannen.

Bis auf einige Fälle von Seekrankheit sind alle an Bord wohlauf und freuen sich auf die vor ihnen liegende Reise.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor nordwestlich von Walvis Bay.

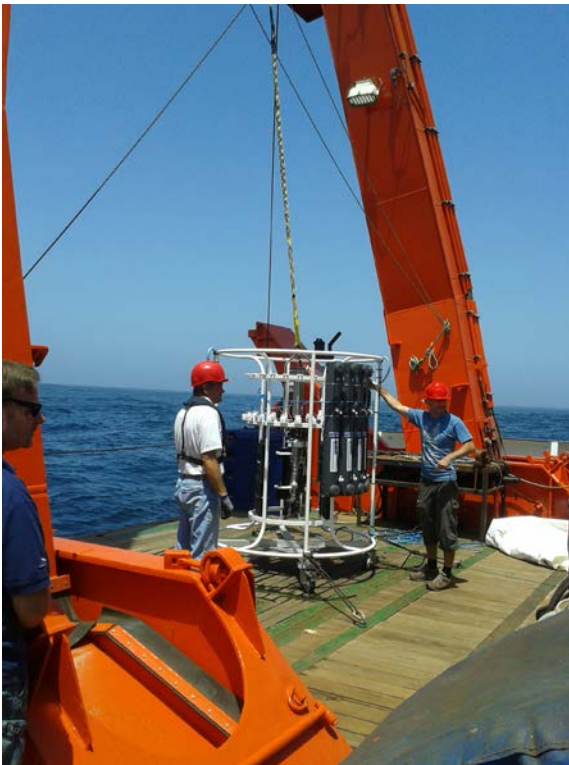
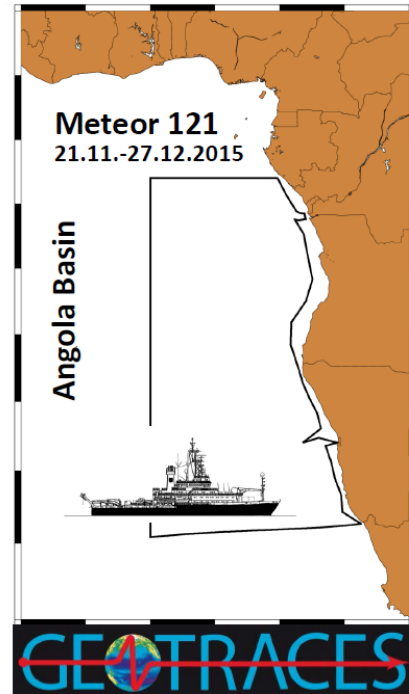
Martin Frank

FS Meteor, am 22.11.2015

GEOTRACES

FS Meteor Reise M121 Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia Wochenbericht 23.11.2015-29.11.2015

Nach einigen technischen Problemen unserer Instrumente und Geräte, die Dank der tatkräftigen Hilfe der Crew der Meteor allesamt behoben werden konnten, laufen die Beprobungen der Wassersäule und der Partikel nun routinemäßig. Außerdem konnten bereits drei autonom operierende sogenannte Gleiter erfolgreich aufgenommen werden, die eigenständig hydrographische Messprofile in der Wassersäule aufnehmen und die vor mehreren Wochen während der vorhergehenden Reise M120 ausgesetzt worden waren.



Auf der Fahrt nach Norden kommen jetzt der neue, speziell beschichtete Wasserschöpfer und eine mobile, in einem Container installierte Winde des GEOMAR zum Einsatz, die die kontaminationsfreie Entnahme von Wasserproben erlauben, an denen später an Bord und in den Laboren an Land sehr geringe Spurenmetallkonzentrationen und deren isotopische Zusammensetzungen gemessen werden sollen. Diese Maßnahmen sind erforderlich, da schon geringste Verschmutzungen die natürlichen Metallgehalte stark verändern können, die zum Beispiel für das Metall Cadmium im Oberflächenwasser des Atlantiks nur bei 300 Billionstel Gramm (0,0000000003 g) pro Liter liegen. Die

Beschichtung des Schöpfers verhindert, dass das Wasser bei der Beprobung mit Metall in Kontakt kommt.

Der Schöpfer wird aus dem gleichen Grund nicht an einem Metallkabel in die Tiefe gelassen, sondern an einem kunststoffbeschichteten Kabel aus Kevlaer, das ausschließlich auf Rollen aus Kunststoff läuft. Die Behälter, in denen das Wasser gesammelt wird, sind sogenannte GO-FLO-Flaschen die im Inneren ebenfalls kein offenes Metall enthalten und über einen außenliegenden Gummizug vom Schiff aus in der gewünschten Tiefe geschlossen werden. Wenn der gefüllte Schöpfer an Bord ist, werden die GO-FLOs abgenommen und in einen als Reinraumlabor ausgestatteten Container gebracht, wo das Wasser gefiltert und in vorbereitete gereinigte Behälter abgefüllt wird. So sind die Proben zu keinem Zeitpunkt der Atmosphäre ausgesetzt und können ohne Kontamination entnommen werden, was später die globale Vergleichbarkeit aller im GEOTRACES-Programm gewonnenen Daten ermöglichen wird.



Auf dem Weg entlang der westafrikanischen Küste werden nun insbesondere Proben zur Untersuchung des Spurenelementeintrags von Land entnommen. Hierbei stehen die Lösung von Staubpartikeln und der Austausch mit den Sedimenten des Kontinentalhangs im Zentrum des Interesses, wofür in regelmäßigen Abständen Proben gesamtener Wassersäule an Stationen auf dem Schelf und auf dem Hang gewonnen werden. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen während M121 ist die Bestimmung des Eintrags gelöster und partikulärer Metalle durch den Kongo, der einer der größten Flüsse der Erde ist, vor allem was den Eintrag der im Wasser gelösten Stoffe ins Meer betrifft. Die Prozesse, die den letztendlichen Eintrag und die Verteilung der unterschiedlichen Spurenmetalle steuern, sind jedoch noch nicht gut verstanden. Diese Wissenslücke soll nun durch eine enge Beprobung nahe der Mündung und danach entlang des sich nach Norden ausbreitenden Flusswassers geschlossen werden.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor vor der Mündung des Kongo.

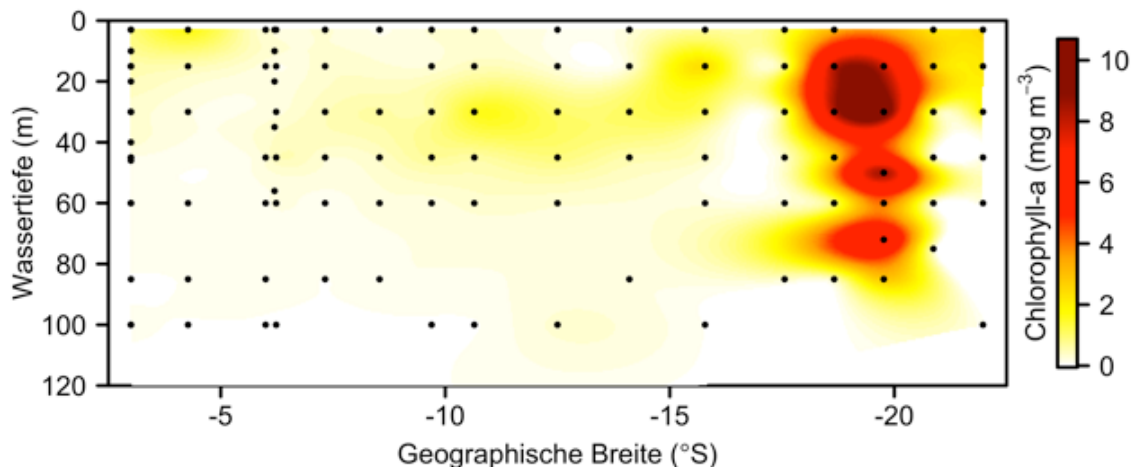
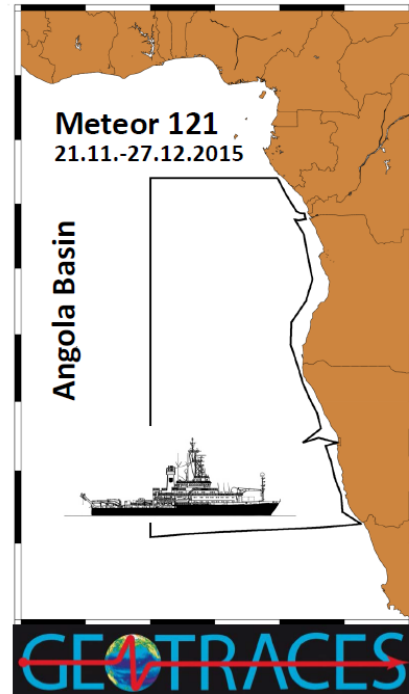
Martin Frank

FS Meteor, am 29.11.2015

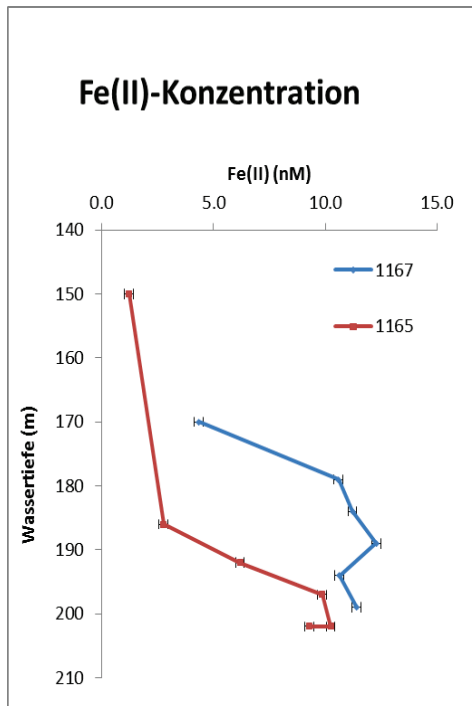
GEOTRACES

FS Meteor Reise M121 Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia Wochenbericht 30.11.2015-6.12.2015

Auf dem Weg nach Norden konnten an Bord an den gewonnenen Proben bereits erste Messungen einiger Spurenmetalle durchgeführt werden. Die ersten Profile von gelöstem Eisen in der Wassersäule wurden noch innerhalb des Benguela-Auftriebsgebiets bestimmt, wo bedingt durch die ständige Lieferung von Nährstoffen aus tieferen Wasserschichten eine sehr hohe biologische Produktivität, die primär von pflanzlichem Plankton wie Kieselalgen dominiert ist. Dies wird direkt durch die Konzentration von Chlorophyll-a, einem Pigment des pflanzlichen Planktons, in den obersten 100 m der Wassersäule entlang der Küste bestätigt.



Schnitt der Chlorophyll-a-Verteilung in der den obersten 100 m der küstennahen Wassersäule von Walvis Bay bis nördlich der Kongomündung. Deutlich erkennbar sind die extrem hohen Werte im Auftriebsgebiet vor Namibia im Süden bei 20°S und an der Oberfläche nördlich des Kongoeinstroms bei 6°S (T. Browning, vorläufige Daten).



Die entstandenen Algen sinken nach dem Absterben ab, werden oxidiert und verbrauchen dabei den im Wasser gelösten Sauerstoff, so dass eine so genannte Sauerstoffminimumzone entsteht. Nur in dieser extremen Zone herrschen Bedingungen vor, unter denen das ansonsten im Ozean überall oxidierte dreiwertige Eisen(III) zu zweiwertigem Eisen (II) reduziert wird. Dieser Prozess ereignet sich auch im Sediment und führt zur Freisetzung von Fe(II) aus dem Sediment. Die ersten Daten bestätigen genau diesen Prozess und zeigen hohe Konzentrationen nahe des Meeresbodens auf dem Schelf vor Namibia. Die Quantifizierung dieser Einträge von Eisen und anderer Metalle unter diesen Bedingungen wird eines der Ziele der Reise M121 sein.

Fe (II) Konzentrationsprofile im Auftriebsgebiet auf dem Schelf zeigen den Eintrag aus den reduzierten Sedimenten in das Meerwasser an (M. Hopwood, vorläufige Daten).

Vor der Mündung des Kongo erniedrigte das einfließende Süßwasser den Salzgehalt an der Oberfläche von 35 ‰ auf bis zu 24 ‰. Dieses durch Huminsäuren aus den tropischen Regenwäldern bräunlich gefärbte Süßwasser bildete teilweise einen scharfen Übergang zum Meerwasser, der auch mit dem bloßen Auge erkennbar war. Aber auch die ersten gemessenen Daten zeigten den großen Einfluss des Kongowassers, das beispielsweise durch extrem hohe gelöste Aluminiumgehalte charakterisiert ist, die im Moment schon ausgewertet werden. Entlang der Fahrtroute, diesem nach Norden strömenden Kongowasser bis 3°S folgte wurden kontinuierlich Proben entnommen, bevor die Fahrtroute nach Westen vom westafrikanischen Kontinentalhang weg abzweigte. Diese Proben werden nun eine detaillierte Untersuchung des Verhaltens der verschiedenen Metalle, die vom Kongo eingetragen wurden, erlauben.

Auf der Fahrt vom flachen Schelf den Kontinentalhang hinunter bei 3°S wurden weitere Untersuchungen des Austauschs von Metallen zwischen Sedimenten des Hangs und dem Meerwasser unter Zuhilfenahme verschiedener Isotope des natürlichen radioaktiven Elements Radium durchgeführt. Radium entsteht durch radioaktiven Zerfall im Sediment und wird in das Bodenwasser entlassen, wo es keinen Reaktionen mit anderen Stoffen unterliegt. Aufgrund der bekannten Halbwertszeiten der unterschiedlichen Radiumisotope ist es über deren gleichzeitige Messung möglich, die Zeiten seit dem letzten Kontakt des Wasserkörpers mit dem Kontinent zu berechnen und so die Quellen auch für

andere Metalle genau zu bestimmen, die hierzu an den gleichen Proben bestimmt werden.

Wir erreichten am 5.12. den nordwestlichsten Punkt unseres Arbeitsgebiets und haben nun damit begonnen, das lange Profil entlang des Nullmeridians nach Süden zu beproben, das uns Informationen über die Zusammenhänge zwischen Wassermassentransport und -mischung und Spurenmetallzusammensetzungen geben soll.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor aus dem Angolabecken

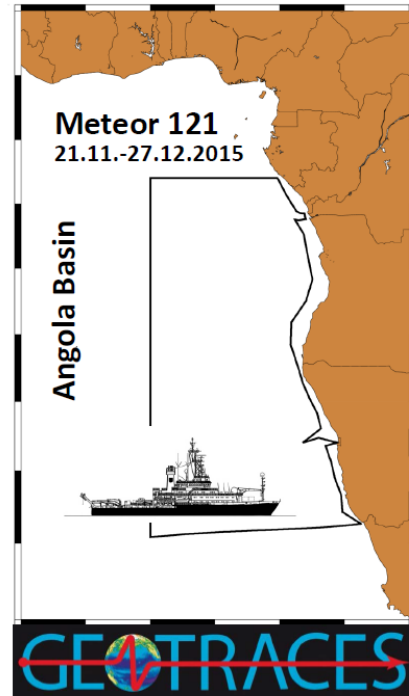
Martin Frank

FS Meteor, am 6.12.2015

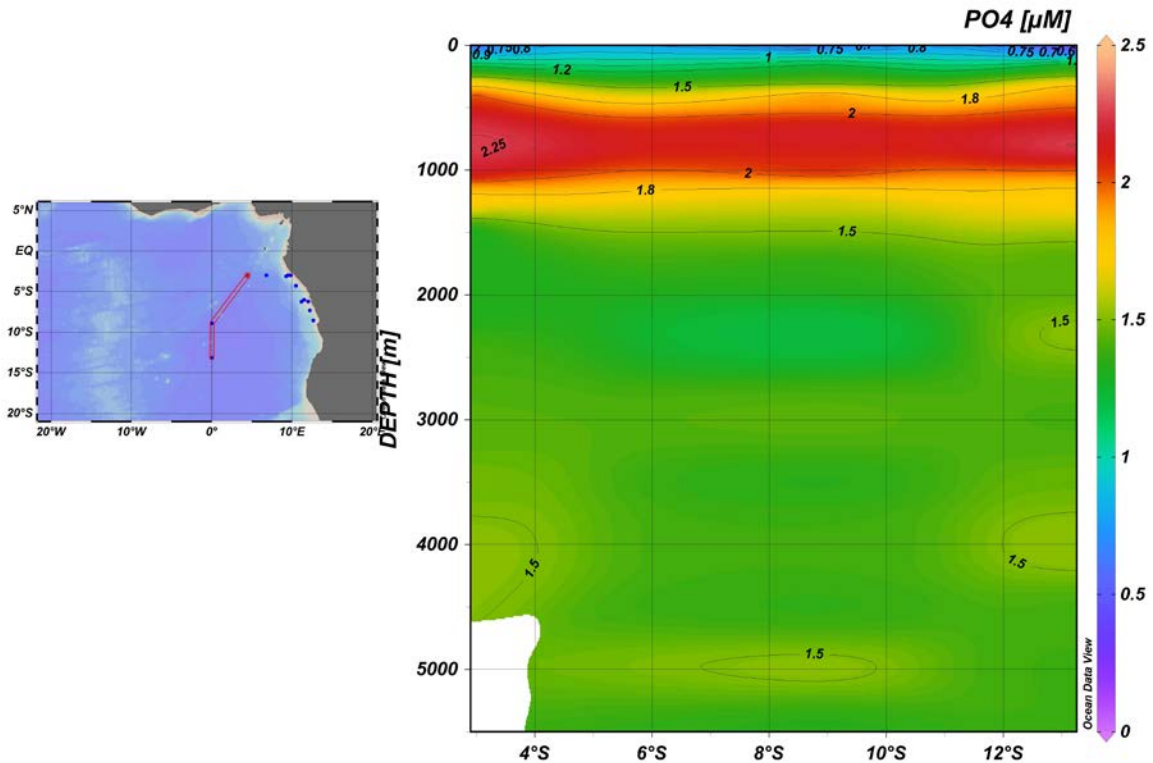
GEOTRACES

FS Meteor Reise M121 Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia Wochenbericht 7.12.2015-13.12.2015

In der vergangenen Woche haben wir den größeren Teil unseres N-S Profils entlang des Nullmeridians beprobt. Die Profile erreichten Wassertiefen bis 5800 m und das Hauptaugenmerk dieser Arbeiten lag darauf, einerseits die Haupt-Tiefenwassermassen und deren Mischung mit diesen unterschiedlichen Spurenelemente und deren Isotopenzusammensetzungen zu erfassen. Das Angolabecken wird in Wassertiefen zwischen 400 und 1100 m vom sogenannten Antarktischen Zwischenwasser durchströmt, das im Südozean gebildet wird und sich dann im ganzen Atlantischen Ozean ausbreitet. Darunter wird das Tiefenwasser von einer salzreichen und kalten Wassermasse aus dem Norden, dem Nordatlantischen Tiefenwasser bestimmt, das über Lücken im Mittelozeanischen Rücken aus dem westlichen Atlantischen Becken in das Angolabecken fließt. Diese Wassermassen sind auch durch ihre Nährstoffgehalte gut voneinander zu unterscheiden, die an Bord direkt für jede Wasserprobe bestimmt werden, was auch dazu dient, zu überprüfen, dass die Beprobungsflaschen des Wasserschöpfers nach dem Schließen alle dicht waren. So ist der Phosphatgehalt des Antarktischen Zwischenwassers hoch, da die Nährstoffgehalte an der Oberfläche des Gebiets im Südozean, in dem diese Wassermasse gebildet wird und absinkt, sehr hoch sind. Im Gegensatz dazu bildet sich das Nordatlantische Tiefenwasser in einem stark nährstoffverarmten Gebiet und ist daher anhand seiner niedrigen Phosphatgehalte erkennbar. Anders als im westlichen Atlantik gibt es jedoch im Angolabecken keinen ungehinderten Austausch mit Tiefenwasser aus dem Südozean, da der Mittelatlantische Rücken im Westen und der Walfischrücken im Süden diese verhindern. Dies führt dazu, dass das nordatlantische Wasser in der Tiefe nur sehr langsam zirkuliert und dabei seine Spurenelementsignaturen durch den Eintrag vom Land verändert. Diese Änderungen sollen auf der M121 Reise erfasst werden, um zu einer verlässlicheren Anwendung von



Spurenmessungen als Wassermassentracer sowohl im heutigen Angolabecken, als auch in der Vergangenheit zu kommen, da viele der im Wasser gemessenen Spurenelemente auch in den Meeresbodensedimenten bestimmt werden können. So wird eine Rekonstruktion der Ozeanzirkulation als Folge natürlicher Klimaveränderungen der Vergangenheit ermöglicht.



Schnitt der Phosphat-Konzentrationsverteilung in µM im nördlichen Arbeitsgebiet (J. Pampin Baro, vorläufige Daten). Deutlich sichtbar sind das Konzentrationsmaximum des Antarktischen Zwischenwassers und die niedrigeren Konzentrationen im Nordatlantischen Tiefenwasser darunter.

Wir werden in der Mitte der kommenden Woche die Beprobung des Nord-Süd-Schnitts abschließen und den Walfischrücken überqueren und dann wieder Richtung Osten und der Küste Namibias fahren, wobei dann die Spurenmetallgradienten vom offenen Ozean in das Auftriebsgebiet und die Spurenmetallverteilungen im nördlichen Kapbecken beprobt werden sollen.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor aus dem Angolabecken, wo wir Mitte dieser Woche bei besten Wetter die Halbzeit der Reise mit einem gemeinsamen Grillfest an Deck feiern konnten.

Martin Frank

FS Meteor, am 13.12.2015

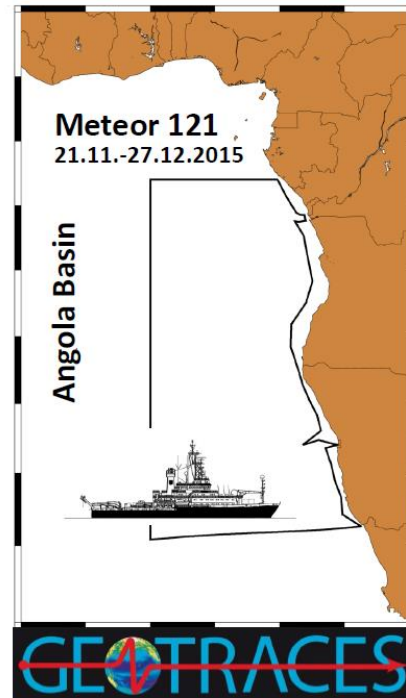
FS Meteor Reise M121

Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia

Wochenbericht 14.12.2015-20.12.2015

In der vergangenen Woche haben wir unseren N-S Schnitt entlang des Nullmeridians bei 30°S beendet und fuhren dann in Richtung Osten. Wir überquerten dabei den Walfischrücken, der Wassertiefen von 2000 m erreicht und beproben danach drei Stationen im tiefen Kapbecken, wo wir auch die einzigen Proben im dichten Antarktischen Bodenwasser entnehmen konnten. Dort wurde der Einsatz des Kranzwasserschöpfers mit den In-Situ Pumpen am gleichen Kabel kombiniert, um detailliert Partikel und Bodenwasser nahe des Meeresbodens beproben zu können. Erste Radium-Isotopenmessungen an einem der tiefsten Profile nahe des Rückens zeigten in den ersten 200-300 m über dem Meeresboden nachweisbare Radiumkonzentrationen, was andeutet, dass nicht nur die Schelf- und Kontinentalhangsedimente, sondern unter bestimmten Umständen auch die Tiefseesedimente Quellen von Spurenmetallen sind. Diese erste Einschätzung muss nun durch weitere vergleichende Messungen mit anderen Metalle in den Laboren an Land weiter bestätigt werden.

In dieser Woche wurde ein weiteres Projekt im Rahmen des GEOTRACES-Programms durchgeführt. Um gewährleisten zu können, dass die Messungen der Spurenmetallkonzentrationen in diesem Programm auf jeder der etwa 75 internationalen Ausfahrten für die gleiche Probe das gleiche Ergebnis liefern und somit am Ende ein global vergleichbarer und konsistenter Datensatz zur Verfügung steht, müssen alle Labore Messungen an Referenzproben durchführen. Dazu wurden auf zwei Ausfahrten vor Beginn des Programms vor 8 Jahren im Westatlantik mehrere 1000 Liter Wasser einer Oberflächenprobe mit relativ niedrigen Konzentrationen und einer Tiefenwasserprobe mit hohen Konzentrationen entnommen, gefiltert, in zwei großen 500 Liter Tanks durch Hin- und Herpumpen homogenisiert, dann in mit großem Aufwand vorgereinigte 500 ml Plastikflaschen abgefüllt und an alle global teilnehmenden Labore versandt. Trotz der großen Menge der gewonnenen Proben, sind diese nun durch eine große Anzahl neu hinzugekommener Labore fast erschöpft, so dass der dringende Bedarf für neue Referenzproben bestand. Diese Aufgabe wurde nun in der letzten Woche durch die Gruppe um Christian Schlosser und Eric Achterberg angegangen. Durch den Schleppfisch wurden bei langsamer Fahrt 500 Liter Wasser direkt gefiltert und in ein eigens dafür eingerichtetes Reinraumzelt in der Luke der Meteor gepumpt. Die Reinraumbedingungen, die



wegen der kontaminationsanfälligen niedrigen Metallkonzentrationen notwendig sind, wurden durch das Einpumpen von Luft über einen speziellen Filter erreicht, so dass in dem Zelt dann ein Überdruck herrschte, der Schmutz und Staub fernhielt. Messungen dieser Mischprobe an Bord zeigten die erwartete sehr niedrige Eisen-Konzentration, die bestätigte, dass unter kontaminationsfreien Bedingungen etwa 550 Flaschen abgefüllt werden konnten. Am heutigen Sonntag wurden aus einer Tiefe von 2300 m, die von Nordatlantischem Tiefenwasser bestimmt wird, weitere 500 Liter mit zwei Einsätzen des spurenmethallsauberen Kranzwasserschöpfers gewonnen und in den 500 Liter Tank verbracht, wo sie in den nächsten Tagen ebenfalls abgefüllt werden sollen.



Reinraumzelt in der Luke der Meteor mit den beiden 500 Liter Tanks zur Aufnahme der Referenzproben (rechts). Am oberen rechten Bildrand ist der Luftfilter erkennbar, der Schmutzpartikel ausfiltert und außerdem die beiden Tanks und das Schlauchsystem, über die die Referenzproben eingepumpt und homogenisiert wurden.

In der kommenden letzten Woche der Reise werden wir die Beprobung des West-Ost-Schnitts abschließen und dann im Benguela-Auftriebsgebiet auf dem namibianischen Schelf entlang der Küste nach Norden fortsetzen und außerdem versuchen, den Eintrag des Orange River zu beproben, wenn die Witterungsbedingungen es zulassen.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor aus dem Angolabecken vor Namibia.

Martin Frank

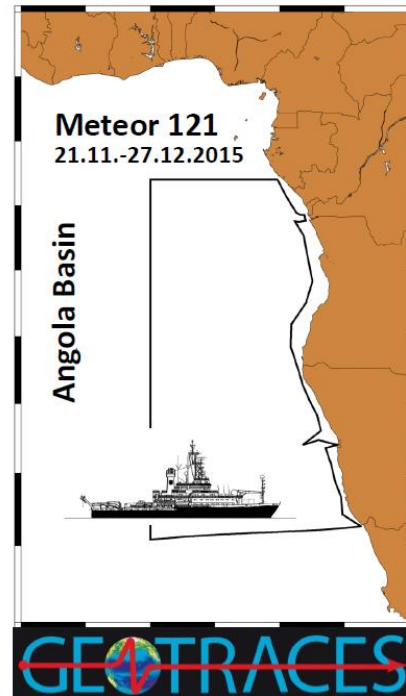
FS Meteor, am 20.12.2015

FS Meteor Reise M121

Walvis Bay, Namibia – Walvis Bay, Namibia

Wochenbericht 21.12.2015-27.12.2015

In der letzten Woche der Reise wurde die Beprobung des West-Ost-Schnitts abgeschlossen und die Reise wurde dann ab der Mündung des Orange River im Benguela-Auftriebsgebiet auf dem namibischen Schelf entlang der Küste nach Norden fortgesetzt. Die Salinität vor der Mündung des Orange River zeigte jedoch keine Veränderungen, was vermutlich auf dessen im Moment niedrige Wasserführung zurückzuführen war. Die Grünfärbung des Wassers und die niedrigen Oberflächentemperaturen zwischen 12 und 14°C sowie zahlreiche Fische (unter anderem Mondfische) und Seevögel zeigten klar an, dass wir das Auftriebsgebiet erreicht hatten. Auf dem Weg nach Norden wurden insgesamt weitere 7 Stationen auf dem Schelf in weniger als 200 m Wassertiefe beprobt. Nördlich von Lüderitz war in den 30-50 m über dem Sediment dann aufgrund der hohen biologischen Produktivität kein signifikanter Sauerstoff mehr messbar, da dieser durch den Abbau des absinkenden organischen Materials aufgezehrt wurde. Diese reduzierenden Bedingungen spiegeln sich direkt in sehr hohen Konzentrationen von zweiwertigem Eisen wider. Die genauen Zusammenhänge zwischen diesen besonderen Bedingungen in der Wassersäule und der Verteilung der Spurenmetalle wird einer der Hauptschwerpunkte der geplanten Arbeiten werden. Kurz vor Ende der Reise wurde ein letzter Gleiter der Reise M120 noch wie geplant lokalisiert und mit dem Schlauchboot aufgenommen



Das große Packen begann am Tag nach der letzten Station am Morgen des 25.12 und wurde am Abend des gleichen Tages durch eine stimmungsvolle gemeinsame Weihnachtsfeier der Mannschaft und der Wissenschaft unterbrochen. Am Morgen des 26.12. legten wir nach 190 Geräteeinsätzen und 5170 nautischen Meilen an der Pier in Walvis Bay an, wo sofort das Packen und die Verladung der

Container begann und die überaus erfolgreiche Reise so ihren Abschluss fand. Dies war nicht zuletzt durch die ausgezeichnete Unterstützung der Crew der Meteor möglich, die für alle technischen und logistischen Probleme immer eine Lösung hatte.

Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft des FS Meteor von der Pier in Walvis Bay.

Martin Frank

FS Meteor, am 27.12.2015